

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-017007
(43)Date of publication of application : 17.01.1997

(51)Int.Cl. G11B 7/125
G11B 7/00

(21)Application number : 07-163454 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

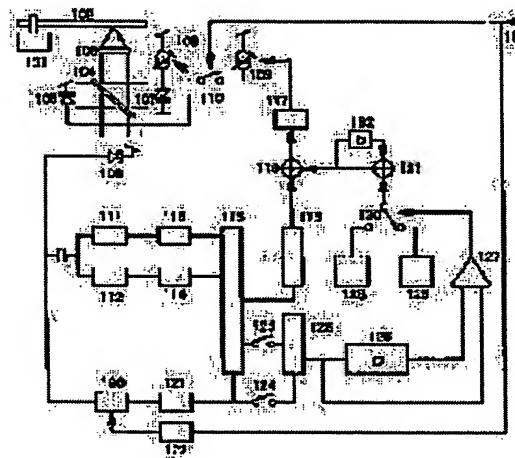
(22) Date of filing : 29.06.1995 (72) Inventor : OTA AKIYOSHI

(54) OPTICAL RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a control means which imparts optimum laser beam intensity for recording to an optical recording and reproducing device which records information signals by irradiating the recording layer of a recording medium with the laser beam modulated in intensity according to the information signals to be recorded and successively changing the reflectivity of this recording layer.

CONSTITUTION: The intensity of the reflected beam from the recording layer corresponding to the synchronizing signals included in predetermined random pattern signals in the case of recording these random pattern signals to be executed prior to ordinary recording is detected by a detecting means 106. A standard value is formed by the detected value. The intensity of the reflected beam corresponding to the synchronizing signals included in the information signals to be recorded at the ordinary recording is detected by the detecting means 106 described above and the detected value and the reference value described above are compared. The intensity of the laser beam at the ordinary recording is changed in accordance with this difference.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-17007

(43) 公開日 平成9年(1997)1月17日

(51) Int.Cl.⁶
G 1 1 B 7/125
7/00

識別記号 庁内整理番号
9464-5D

F I
G 1 1 B 7/125
7/00

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O.L. (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平7-163454

(22)出願日 平成7年(1995)6月29日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 大田 明美

香川県高松市古新町8番地の1 松下寿電
子工業株式会社内

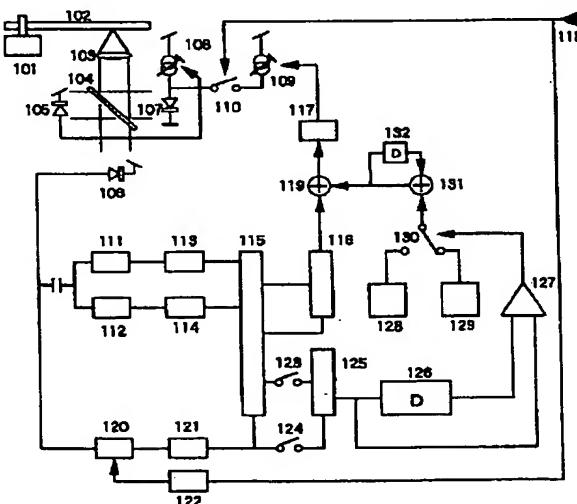
(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 光学的記録再生装置、

(57) 【要約】

【目的】 記録すべき情報信号に応じて強度が変調されたレーザビームを、記録媒体の記録層に照射し、その記録層の反射率を順次変化せしめることにより、情報信号を記録する光学的記録再生装置において、記録時に最適なレーザビーム強度を与える制御手段を提供する。

【構成】 通常記録に先立って行われる予め定められたランダムパターン信号の記録時に、そのランダムパターン信号に含まれる同期信号に対応する前記記録層からの反射ビームの強度を検出手段106により検出し、その検出値より標準値を作成し、通常記録時に、記録すべき情報信号に含まれる同期信号に対応する前記反射ビームの強度を前記検出手段106により検出し、その検出値と前記基準値とを比較し、その差に基づいて、通常記録時の前記レーザビームの強度を変化せしめる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】記録すべき情報信号に応じて強度が変調されたレーザビームを、記録媒体の記録層に照射し、その記録層の反射率を局所的に順次変化せしめることにより、情報信号を記録する光学的記録再生装置において、記録時に記録媒体に照射される前記レーザビームの前記記録層からの反射ビームの強度を検出する検出手段を設け、通常記録に先立って行われる予め定められたランダムパターン信号の記録時に、そのランダムパターン信号に含まれる同期信号に対応する前記反射ビームの強度を前記検出手段により検出し、記憶する手段を有し、その検出値より標準値を作成し、通常記録時に、記録すべき情報信号に含まれる同期信号に対応する前記反射ビームの強度を前記検出手段により検出し、その検出値と前記標準値とを比較し、その差に基づいて、通常記録時の前記レーザビームの強度を変化せしめることを特徴とする光学的記録再生装置。

【請求項2】通常記録に先立って行われる予め定められたランダムパターン信号の記録時に、レーザビームの強度を段階的に変化せしめながら同一ランダムパターン信号を複数回記録し、その各段階における検出手段の検出出力の最高値、最低値に基づいて、最適記録レーザビーム値を決定し、その決定された最適記録レーザビーム値における同期信号に対応する反射ビームの検出値より標準値を作成することを特徴とする請求項1記載の光学的記録再生装置。

【請求項3】通常記録時における同期信号に対応する反射ビームの検出値より、標準値を演算し、その増減傾向に応じて標準値を変化せしめることを特徴とする光学的記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えばレーザービームの強度を記録すべき情報に応じて変化せしめて、記録媒体の記録層上に照射し、その記録層の反射率を局所的に順次変化せしめることにより、情報信号を記録する光学的記録再生装置に関するものであり、特に記録動作中におけるレーザーパワー制御に特徴を有するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、音声或いは情報などのディジタル情報をレーザー光を利用して、案内トラックを有する円板状記録媒体に追記的に記録する光学的記録再生装置が提案されている。この記録装置を用いて記録された記録媒体は既存の再生専用装置（例えば、CD-ROM再生装置）で再生することが可能である。この光学的記録再生装置における記録メカニズムは、記録媒体上につけられた案内溝に沿ってトラッキングを行い、照射するレーザーのパワーを変化させることによって記録媒体上のスポット近傍の温度を上昇させ記録層中の例えば有機色素材料の組成を変え、併せて基板を変形せしめることによ

って記録媒体の反射率を局所的に変化させることによって情報を書き込むものである。また、再生は、記録媒体の反射率の違いによる反射光量の変化を検出することによって行われるため、光の回折現象によって反射光量の変化をもたらす情報ビットを有する従来のコンパクトディスク再生装置でも再生可能となる。

【0003】このような光学的記録再生装置では、記録レーザーパワーを適切に設定する必要がある。適切なレーザーパワーに対して、過大或いは微弱なレーザーパワーによる記録は、情報ビットに対して十分な反射率変化をもたらすことが出来なかったり、適當なビット形状が得られず良好な再生が困難となる。ところが、この最適記録パワーに対しては、記録時のレーザー波長および記録媒体中の記録層の厚みが大きな影響を与える。このことについては、例えば SPIE Vol.1078 Optical Data Storage Topical Meeting(1989) PP.80-87 に詳しく記載されている。換言すれば、最適記録パワーは記録媒体個々の記録感度のバラツキと記録装置に搭載されたレーザーの発振波長バラツキに依存することを意味し、最適記録パワーは記録媒体と記録を行う記録装置の組み合わせによって異なるのである。そこで、従来から記録に先だって試し書きを行い、その再生信号から最適記録パワーを設定する手法が提案されている。

【0004】図8は、その従来の光学的記録再生装置の構成を示すブロック図である。図8において、101はスピンドルモータ、102は記録媒体、103は対物レンズ、104はハーフミラー、105はレーザーの出射パワーを検出するための第1のフォトダイオード（以後PDと呼ぶ）であり、106は前記記録媒体102からの反射光を検出する信号検出用の第2のPD、107はレーザーダイオード（以後LDと呼ぶ）、108は前記LD107に対し再生パワーを与えるための第1の電流源、109は前記LD107に対し記録パワーを与えるための第2の電流源、110は記録情報118に基づいてLDのドライブ電流を変化させる第1のスイッチ、111は再生信号波形のピークレベルを検出保持するピーク検出器、112は再生信号のボトムレベルを検出保持するボトム検出器、113、114はAD変換器、115は最適記録パワー制御の初期化データを格納するメモリーテープル、116は前記メモリーテープル115を用いてアシンメトリー演算を行い最適記録パワーを選択する演算器、117はDA変換器、118は記録情報データである。

【0005】以上のように構成された従来の最適記録パワー制御回路について、その動作手順を示す図9および再生出力波形を示す図10を参照しながらその動作を説明する。

【0006】この最適記録パワー設定は、図9のフローチャートに示すように大きくふたつのプロセスに分けられる。試し書きを行う書き込みプロセスと記録したデー

タを再生し波形の持つ特徴から最適記録パワーを選択する読み出しプロセスである。まず、記録に先だって記録媒体に予め書き込まれている記録パワーの推奨値を読み込み、この推奨値から試し書きをおこなう際の LD パワーの範囲およびパワーのステップが決められる。ここで算出された複数の LD パワー P0, P1, …, Pn に対応するレーザードライブ電流を電流源 109 に順次設定し、予め定められた同一の 2 値のランダムパターンを繰り返し 118 より入力してスイッチ 110 を駆動することによって前記複数の LD パワー P0, P1, …, Pn をそれぞれ変調して試し書きがおこなわれる。以上が、書き込みプロセスである。次に、書き込みプロセスで書き込んだ各ランダムパターンを再生する。この信号は検出用の PD106 によって検出される。この出力信号波形の一例を示したのが図 10 である。図 10 に示すような再生信号は、そのピークレベルを検出保持する前記ピークホールド回路 111 でピーク値 T を検出し、前記 A/D 変換器 113 に入力してデジタルデータに変換され、図 5 に示すように記録時の LD パワー P0, P1, …, Pn におけるそれぞれのピーク値 T0, T1, …, Tn が前記メモリーテーブル 115 に記憶される。同様に、出力信号のボトムレベルを検出保持する前記ボトムホールド回路 112 でボトム値 B を検出し、前記 A/D 変換器 114 でデジタルデータに変換され、前記 115 のメモリーテーブルにボトム値 B0, B1, …, Bn が記録される。演算器 116 は、先に作製されたメモリーテーブル上の { ピーク値 (T) , ボトム値 (B) } から信号のアシンメトリー β (k) を算出する演算、例えば

【0007】

【数 1】

$$\text{Asymmetry} = \frac{T + B}{T - B}$$

(アシンメトリー)

【0008】を行い、予め設定されたアシンメトリーの最適値 β0 と比較して最も近い値を示す記録パワーを選択し、これを最適記録パワーとして記録用電流源 109 を制御して、以後このライトパワーで書き込みを行うものである。ここで述べた最適記録パワー設定の手順を一般的に、OPC (Optimum Power Control) とよぶ。さらに、ここで得られた最適記録パワーは、一度設定されると再度、試し書きの処理を行わない限り変更されない。この意味から、ここでは静的な最適記録パワー設定手法と呼ぶことにする。

【0009】ところが、先に述べた最適記録パワーに大きな影響を与える記録媒体中の記録層の厚みは常に一定ではなく、例えば記録媒体の内外周においても不均一である。つまり記録媒体には記録感度に関して不均一さがあるということである。さらに、LD の発振波長は温度依存性があり、自己発熱および周囲温度上昇に伴って波

長が変化する。このことも記録感度に関して悪影響を及ぼす。これらの要因に対処するために、記録中に LD パワーを最適なレベルに設定する一手法が提案され、ランニング OPC (以後、ROPC と記す。) と呼ばれている。ここでは、この手法は記録中に適宜 LD パワーの最適化を図ることから動的な最適記録パワー設定手法とよぶことにする。この ROPC については、Optical Data Storage(1994), MA2-1 に紹介されているが具体的な構成および動作についての説明はなされていない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、最適記録パワーは静的及び動的制御が必要であるが、動的最適記録パワー設定手法については、その具体的構成および動作アルゴリズムについて言及されておらず、さらに、この手法において必要不可欠な記録時の反射光量変化に相関する量の標準値算出についても言及されていないという問題を有していた。

【0011】本発明は、このような従来の問題を解消し、動的な記録パワー設定方法の具体的構成を提案し、またそこで必要となる記録時の反射光量変化に相関する値の標準値の算出に関するものであり、従来の静的な記録パワー設定手法の中で得る手法および構成を提案し、さらにその標準値を記録中に更新することによってさらに適切な記録パワー制御を達成することが可能となる最適記録パワー設定方式を提案し、より忠実な再生が可能となる優れた光学的記録再生装置を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため 30 に本発明の光学的記録再生装置は、試し書き過程の書き込み処理時、ランダムパターンを記録すると共に、ランダムパターン中に含まれる同期信号に同期したサンプリングパルスにより、同期信号のエンベロープを記憶する手段を有し、静的最適記録パワーの設定手段と、最適記録パワー時の反射光量変化データから記録パワーの標準値を演算する手段を有し、通常記録動作時、前記同期信号書き込み時の反射光量変化より、動的記録パワー制御手段を有し、さらに、必要に応じて標準値を逐次演算記憶し、更新する手段を有する構成をしている。

【0013】

【作用】この構成によって、記録媒体の不均一さに依存する最適記録パワーの変化やレーザー波長の温度変化による記録感度の変化に起因する最適記録パワーの変化に追従する動的な最適記録パワー制御が具現化され、常に最適な記録パワーで記録を行うことが可能となり、より忠実な情報信号の再生を可能とする。また、そこで使用される記録時の反射光量変化に相関する値の標準値を、記録に先だって行われる静的な最適記録パワー設定手順の中に含めることで、特別な処理として追加する必要がなくなり、記録に関するオーバーヘッド時間を最小限に

抑えることが可能となる。さらに、この標準値を得るために試し書きに使われる特別なテストエリアも必要としない。このことは、追記型の記録装置においては極めて有益である。

【0014】

【実施例】以下本発明の一実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0015】図1において、101はスピンドルモータ、102は記録媒体、103は対物レンズ、104はハーフミラー、105はレーザーの出射パワーを検出するための第1のPDであり、106は前記記録媒体102からの反射光を検出する信号検出用の第2のPD、107はレーザーダイオード（以後LDと呼ぶ）、108は前記LD107に対し再生パワーを与えるための第1の電流源、109は前記LD107に対し記録パワーを与えるための第2の電流源、110は記録情報118に基づいてLDのドライブ電流を変化させる第1のスイッチ、111は再生信号のピークレベルを検出保持するピーク検出器、112は再生信号のボトムレベルを検出保持するボトム検出器、113、114はAD変換器、115は最適記録パワー制御の初期化データを格納するメモリテーブル、116は前記メモリテーブル115を用いてアシンメトリー演算を行い静的最適記録パワーを選択する演算器、119は加算器、117はDA変換器、120は記録時の反射光量変化を保持するサンプルホールド回路、121はAD変換器、122は記録情報118からサンプリングパルスを生成する回路、123は最適記録パワー初期化においてONとなる第2のスイッチ、124は最適記録パワー初期化においてOFFで通常の情報記録時ONとなる第3のスイッチ、125は記録時の反射光量変化からLDパワーに相関する量を算出する演算器、126は前記125からの最適記録パワー初期化出力を保持するメモリ、127は比較器、128、129はそれぞれLDパワーの増加減量を保持するメモリ、130は前記127の出力によってLDパワーの増加／減少を切り換える第4のスイッチ、131は加算器、132はメモリ、118は記録情報である。

【0016】以上のように構成された最適記録パワー制御方式において、その静的な最適記録パワー設定手順と同時に記録時の反射光量変化に相関する値の標準値を算出手順を示す図2、動的な記録パワー制御手順を示す図3、記録時の反射光量変化を示す出力信号を示す図4および静的な最適記録パワー設定中に得られる情報を格納するメモリーテーブルを示す図5を用いてその動作を説明する。

【0017】まず、後の動的な最適記録パワー制御のなかで必要となる記録時の反射光量変化に相関する値の標準値を求める手法について説明する。図2に示すように、静的な最適記録パワー設定の手順は、先の従来の技術で述べた手法と同様である。ここにおいて異なるの

は、この静的な最適記録パワー設定手順の書き込みプロセス中に、118に入力される記録データの中の同期信号（11T信号）についてのみ、その信号のエンベロープを捕らえるためのサンプリングパルスをパルス発生器122によって生成し、そのサンプリングパルスによって120のサンプルホールド回路が動作して記録時の反射光量変化が捕えられ、後段のAD変換器121にてデジタル化される。そして、それぞれのディジタル化データ、すなわち、図4に示す反射光量データ $X_1(t), X_2(t), \dots, X_n(t)$ をメモリーテーブル115に複数のLDパワー P_0, P_1, \dots, P_n 每に図5に示すように格納される。

【0018】次に、読み出力プロセスでは、従来の技術で述べたと同様にアシンメトリー演算によって静的な最適記録パワー $\beta(k)$ が求められる。そして、同時にその最適記録パワー時の反射光量変化データ $X_1(k), X_2(k), \dots, X_n(k)$ からその標準値を例えば下記の式を用いて算出する。

【0019】

【数2】

$$Ref0 = F(X_1(k), X_2(k), \dots, X_n(k))$$

【0020】これが演算器125の働きである。ここにおいて、変換関数Fとしては、例えばサンプリング時間を固定した値 $X_j(k)$ を選択する手法やそこで選択された値 $X_j(k)$ をさらにデータ列の最大値 $\max(X_1(k), X_2(k), \dots, X_n(k))$ で正規化する手法などが演算器125の働きである。ここにおいて、変換関数Fとしては、例えばサンプリング時間を固定した値 $X_j(k)$ を選択する手法やそこで選択された値 $X_j(k)$ をさらにデータ列の最大値 $m_{\max}(X_1(k), X_2(k), \dots, X_n(k))$ で正規化する手法などが考えられる。以上の手順から記録時の反射光量変化に相関する値の標準値 Ref0 が得られる。この標準値 Ref0 を用いて以下に述べる動的な最適な記録パワー制御がおこなわれる。

【0021】図1において、前記の標準値 Ref0 設定中は、スイッチ123はON、スイッチ124はOFFである。この標準値を求める処理が終わるとこの標準値 Ref0 はメモリ126に格納される。その後、スイッチ123はOFF、124はONとなる。以降は、通常の情報記録動作である。118から入力される記録データ中に、同期信号が存在するとパルス発生器122、サンプルホールド回路120、AD変換器121、演算器125が動作して、その記録データ書き込み時での反射光量変化に相関する値と先の標準値 Ref0 が比較器127で、予め定められた範囲内 ($\pm \alpha$) にあるかどうか比較される。

【0022】例えば、図4に示すように、記録レーザーパワーが弱い場合には温度上昇が十分に得られず記録層中の組成変化が少なく反射率の低下がすくない。一方、記録レーザーパワーが過大な場合は、反射率の大きな低

下が検出されることになる。よって、比較器127の出力によって予め設定されたレーザーパワーの増減量128、129を静的な最適レーザーパワーに加え合わせることでレーザー発振波長の変動、記録媒体の不均一さに対応した記録レーザーパワーの追従が可能となる。

【0023】以上のように構成された最適記録パワー制御方式によれば、記録に関するオーバヘッド時間を増加させることもなく、また記録媒体上のテストエリアを消費することもなく、記録時の反射光量変化に相関する値の標準値を得ることができる。さらに、その標準値と同期信号の記録時の反射光量変化に相関する値を比較することによってレーザーパワーを変化させて、レーザー発振波長の変動や記録媒体の不均一さに対応した優れた動的な最適記録パワー制御が実現され、より忠実な再生を可能とすることができます。

【0024】なお、ここでは、動的な最適記録パワー制御をディジタル信号処理におこなったが、アナログ回路によって実現して高速化をはかり、比較的時定数の長いレーザー波長の変化や記録媒体の内外周による不均一さに追従するばかりでなく、局所的な不均一さや指紋、埃、記録媒体とレーザー光軸のズレに起因する記録感度変化などに対応可能なことは明かである。

【0025】次に本発明の第2の実施例について、図面を参照しながら説明する。図6において、図1と同じ構成は説明を省略する。図1の構成と異なるのはメモリ126を複数のメモリ133とし、その出力から標準値を更新算出する演算器134を設けた点である。以上のよ*

$$G : Ref(t) = M1*Ref(t) + M2*Ref(t-1) + \cdots + Mn*Ref(t-n)$$

$$M1 + M2 + \cdots + Mn = 1$$

【0030】のような演算が考えられる。即ち、動的最適記録パワー制御において変化の増減傾向を検出して、予め、設定された変化量を越える場合、必要に応じて図6の演算器134において図7の参照値の更新手順にて、記録時の同期信号の反射光量変化から算出される標準値を更新する。

【0031】以上のようにメモリ133および演算器134を設けることによって、より適切な記録パワーが得られ、さらに忠実な再生が可能となる。

【0032】なお、実施例では、AD変換器、DA変換器、演算器、比較器等を個別の部品としたが、ディジタルシグナルプロセッサー(DSP)やマイクロコンピュータを用いたソフトウェアで構成してもよいことは明かである。

【0033】

【発明の効果】以上のように本発明は、記録媒体の持つ不均一さによる記録感度変化およびレーザーの波長変化、記録媒体とレーザーの光軸すなわち入射角度に起因する記録品質の劣化、さらには指紋および埃による記録パワー低下等に対して適応的に最適記録パワーを得る動

* うに構成された最適記録パワー制御方式について、その動作手順を示す図7を参照しながらその動作について説明する。

【0026】第1の実施例では、静的な最適記録パワー設定時に得られる反射光量変化に相関した値の固定された標準値と、通常の情報記録中に得られる反射光量変化に相関した値とを比較してレーザーの記録パワーの最適化を図った。しかしながら、記録感度に影響を与えるレーザー波長の変化は、周囲温度変化によるドリフトであり、また、記録媒体の記録感度についても、埃、指紋等の後天的な要因を除けば近接した領域では似通った感度をもち、内周から外周に向かって緩やかに変化しているものと考えられる。そこで、第1の実施例で、固定した値を保持していたメモリ126を、シフトレジスタ構成のメモリ133とその出力を演算して反射光量変化に相關する値の標準値を出力する134の構成に置き換える。ここにおける演算として、例えば、

【0027】

【数3】

$$Ref0 = G(Ref(t), Ref(t-1), Ref(t-2), \dots)$$

$$Ref(t) = F(X1(t), X2(t), \dots, Xn(t))$$

【0028】のような演算も考えられる。関数Gについては、例えば、

【0029】

【数4】

的な最適記録パワー設定の構成を与え、さらにその動的最適記録パワーの設定で重要な判断要素となる反射光量の標準値を従来の静的な最適記録パワー設定のなかに組み込んだ。これにより、この標準値設定のための特別な処理を必要とせず高速に行われると共に、記録媒体上の特別なテストエリアも必要としない。このことは、追記型の記録再生装置において極めて重要である。また、反射光量の標準値を情報記録中に更新する構成および手段を持つことにより、さらに適切な記録パワーを得ることが可能となり、より忠実な情報信号の再生が可能となる優れた光学的記録再生装置を実現できるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の光学的記録再生装置におけるブロック図

【図2】同実施例における動作手順のうち反射光量の標準値を求めるフローチャート

【図3】同実施例における動作手順のうち記録パワー制御を示すフローチャート

【図4】光学的記録再生装置における記録時の反射光量変化を示す信号波形図

【図5】光学的記録再生装置における最適記録パワー制御の初期化時においてメモリーに記録される情報を模式的に示す図

【図6】本発明の第2の実施例の光学的記録再生装置を示すブロック図

【図7】同実施例における動作手順を示すフローチャート

【図8】従来の実施例における最適記録パワー制御の構成を示すブロック図

【図9】従来の実施例における動作手順を示すフローチャート

【図10】最適記録パワー制御の初期化における再生信号波形図

【符号の説明】

105、106 フォトダイオード

* 107 レーザーダイオード

108 第1の電流源

109 第2の電流源

110、123、124、130 スイッチ

111 ピーク検出器

112 ボトム検出器

113、114、121 A/D変換器

115 メモリテーブル

116、125、134 演算器

117 D/A変換器

119、131 加算器

120 サンプルホールド回路

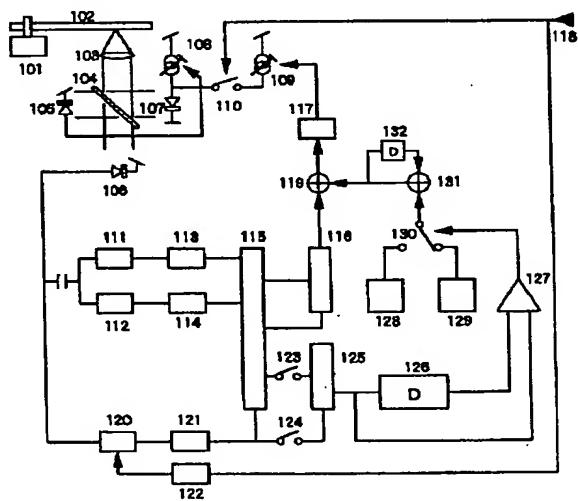
122 パルス発生回路

126、128、129、133 メモリ

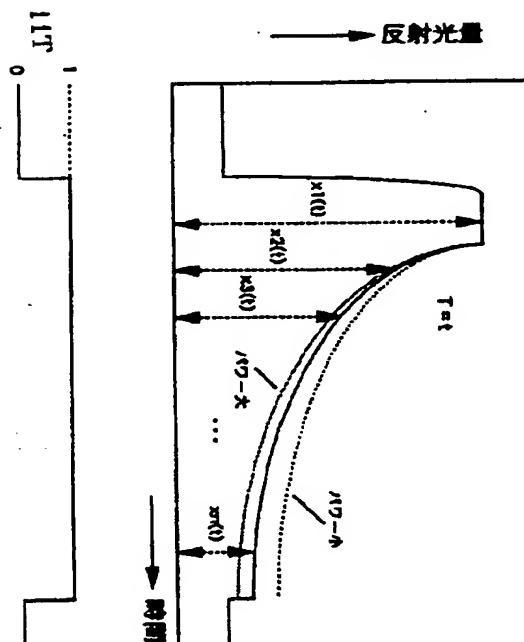
127 比較器

*

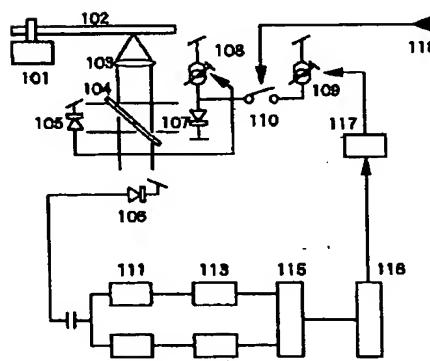
【図1】



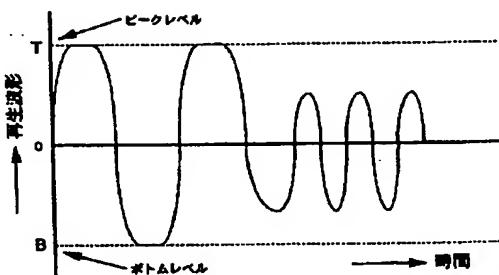
【図4】



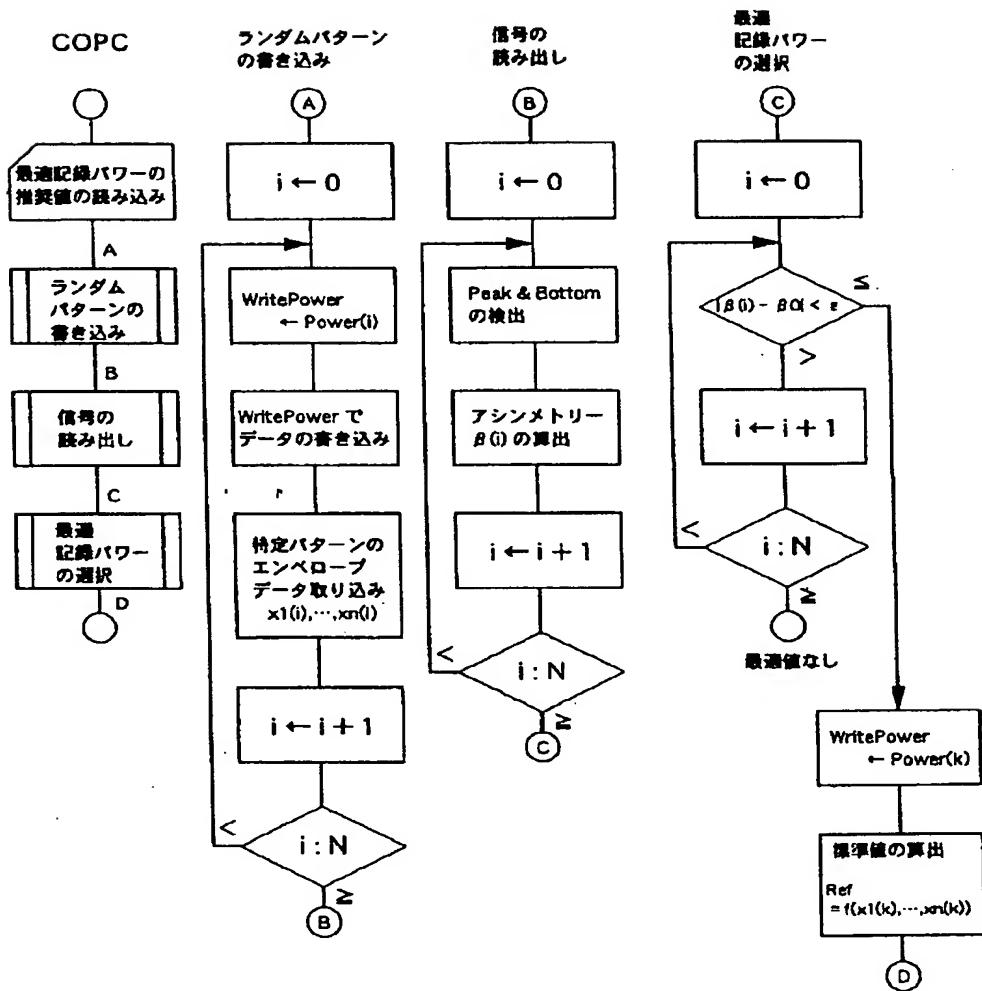
【図8】



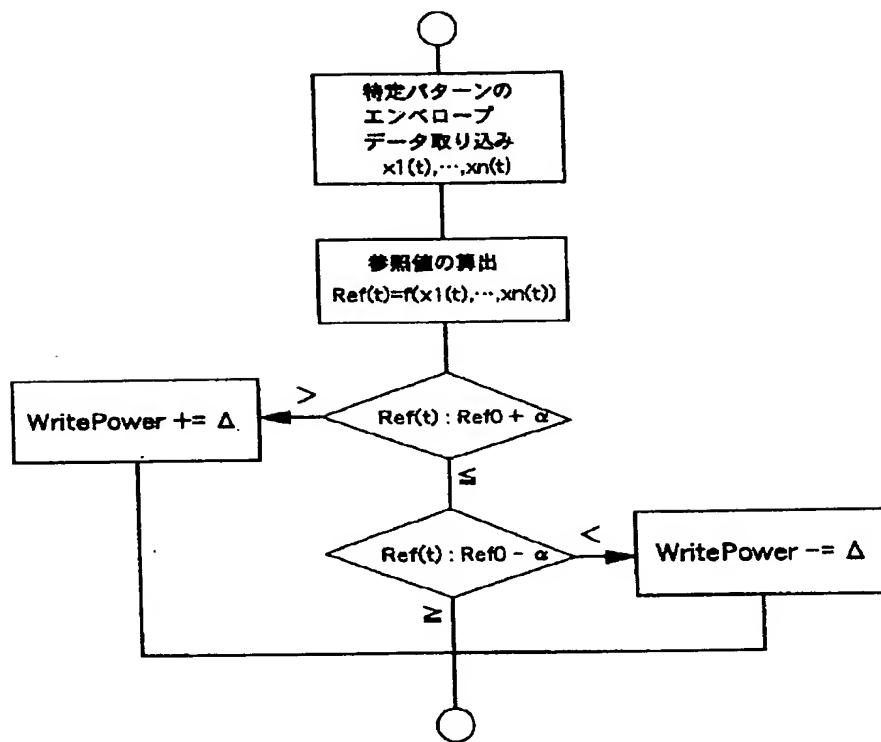
【図10】



【図2】



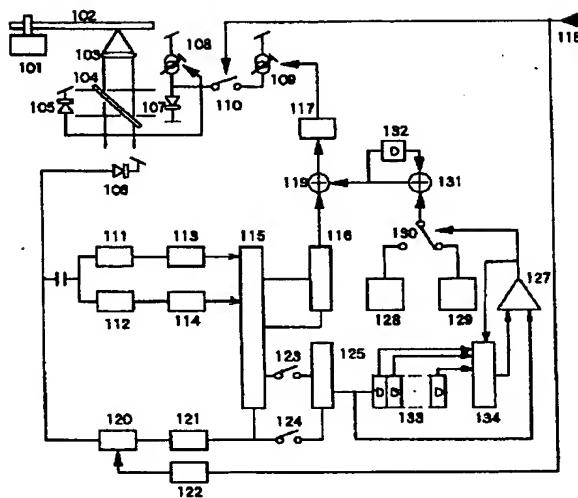
【図3】



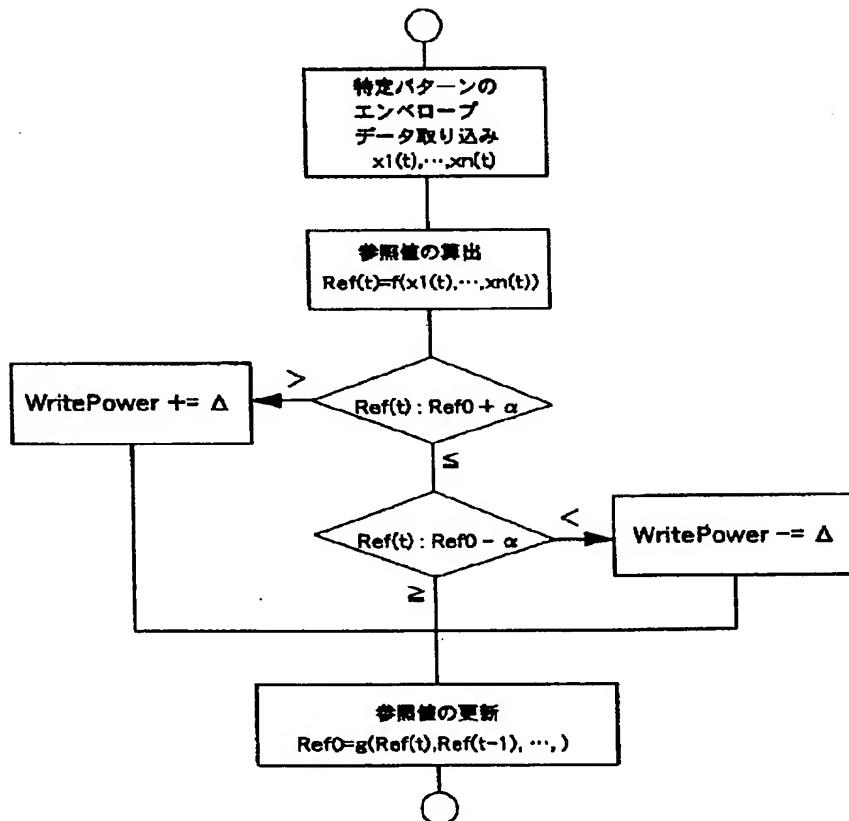
【図5】

Write Power	O P C		
	Write	Read	
		Envelope	Peak
P0	$x_1(0), x_2(0), x_3(0), \dots, x_n(0)$	T0	B0
P1	$x_1(1), x_2(1), x_3(1), \dots, x_n(1)$	T1	B1
P2	$x_1(2), x_2(2), x_3(2), \dots, x_n(2)$	T2	B2
⋮	⋮	⋮	⋮
Pk	$x_1(k), x_2(k), x_3(k), \dots, x_n(k)$	Tk	Bk
⋮	⋮	⋮	⋮

【図6】



【図7】



【図9】

